



Rizicultures asiatiques

Enjeux écologiques et économiques à l'aube du XXI^e siècle.

par Guy Trébuil (Géo-agronome du Département TERA du CIRAD et division des sciences sociales de l'IRRI)

Sommaire

A - produire et manger du riz: activité humaine la plus importante à la surface du globe

B - Caractères Originaux des quatre grands types de rizicultures

C - L'enjeu rizicole après une révolution verte inégale et essoufflée

D - Innoyations pour mieux nourrir la planète riz à l'horizon 2025 - 2030

Conclusion

Annexes

A - Produire et manger du riz: activité humaine la plus importante à la surface du globe

Le riz nourrit chaque jour environ 2,6 milliards de personnes pour qui il représente la plus importante source d'énergie et d'emploi. En nombre d'individus concernés, aucune autre activité économique humaine ne subvient aux besoins de base d'autant de terriens, ne supporte autant de familles paysannes et n'est aussi cruciale pour le développement de tant de pays pauvres comme pour la protection de l'environnement. Les pauvres citadins ou les paysans sans terres, groupes les plus vulnérables en matière de sécurité alimentaire! consacrent jusqu'à la moitié de leurs revenus à l'achat de riz. La rizière fournit jusqu'à 80% des calories consommées par ces populations pauvres au Bangladesh, en Birmanie, ou au Cambodge. La ration de riz procure aussi une part importante des apports en protéines chez ces populations (plus de 60% au Bangladesh et en Birmanie).

La production globale annuelle de riz, obtenue à 92% en Asie, est d'environ 600 millions de tonnes de paddy -riz non décortiqué- soit quelques 400 millions de tonnes de riz blanc, soit près de 30% de la récolte globale de grains. Elle est obtenue sur environ 150 millions d'hectares (11% des terres cultivées) dans quelques 122 pays producteurs. L'Asie consomme environ 450 millions de tonnes de paddy par an, contre 20 en Afrique, un peu moins en Amérique latine! 4 en Europe et 3 aux Etats-Unis. La consommation annuelle de céréale par habitant dans les pays rizicoles majeurs d'Asie varie entre 83 kg dans les régions d'Inde où il est l'aliment de base à plus de 200 kg en Birmanie et au Bhoutan (Tableau 1), tandis que la moyenne mondiale est de 65 kilogrammes. Dans la partie rizicole de la Chine! chaque personne consomme encore une livre de riz en moyenne par jour.

Tableau 1. Evolution récente de la consommation par tête de riz en Asie.

| Pays | Riz blanc (kilogrammes/tête/ an) | | |
|--------------|----------------------------------|------|------|
| | 1970 | 1980 | 2000 |
| Japon | 91 | 73 | 59 |
| Corée du Sud | 123 | 135 | 89 |
| Malaisie | 121 | 109 | 91 |
| Thaïlande | 150 | 145 | 109 |
| Chine | 78 | 84 | 90 |
| Indonésie | 100 | 122 | 151 |

| | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|
| Birmanie | 159 | 184 | 208 |
| Cambodge | 170 | 140 | 163 |
| Philippines | 83 | 96 | 102 |
| Viêt-Nam | 157 | 133 | 170 |
| Asie du sud | 74 | 65 | 78 |

Source : FAO 2002 : base de sonnees FOASTAT

Le rendement moyen en paddy est de 4 tonnes par hectare, tous types de rizicultures confondus, mais il **atteint respectivement 6,1, 7,2 et 9,5 tonnes par hectare dans les rizicultures irriguées et intensives de Chine, des USA et d'Australie**. La production de riz est le plus souvent le fait de pays en développement où elle occupe plus du tiers de la surface agricole utile produisant un peu moins de la moitié de leur récolte totale de grains. Les rizicultures y sont pratiquées sur quelques 200 millions d'exploitations rizicoles familiales, en grande majorité minuscules, cultivant souvent un à deux hectares. Principale source de revenu pour des dizaines de millions de ménages ruraux, bien plus qu'une simple culture alimentaire majeure, la riziculture est un véritable mode de vie pour 70% des pauvres d'Asie et le maintien du prix du riz à un niveau abordable influe sur la stabilité sociale et l'économie de plusieurs géants du monde comme la Chine (premier producteur avec 200 millions de tonnes par an), l'Inde, l'Indonésie, etc. Aider les déshérités d'Asie à sortir de la pauvreté veut dire commencer par l'essentiel: **augmenter la production rizicole et/ou améliorer leur accès à la consommation de cette céréale essentielle**.

La grande majorité des surplus rizicoles mis sur le marché par les petits riziculteurs sont consommés localement. Et seulement six pour cents de la production globale de riz blanc (environ 25 millions de tonnes) **s'échangent bon an mal an sur le marché mondial. Les échanges portant sur la sous-espèce *indica*** représentent 75-80% du marché, suivis par ceux concernant les riz *japonicas* (10-12% des échanges) et les riz aromatiques *basmati* et *khao hom mali* thaïlandais (environ 10% du total). Les principaux exportateurs de riz sont la Thaïlande (6,1 millions de tonnes de riz blanc exportées en 2000), le Viêt-Nam (3,5 mt), la Chine (3,1 mt), les Etats-Unis (2,7 mt), le Pakistan (2,0 mt) et l'Inde (1,5 mt). Ce marché mondial étroit rend très risquée toute stratégie gouvernementale de compensation de déficits rizicoles au moyen des importations. A eux seuls, la Chine, l'Inde et l'Indonésie représentent les trois-quarts de la consommation de riz et tout accident de production chez l'un de ces trois géants peut se traduire par des soubresauts sur le marché du riz.

Plusieurs caractéristiques propres à la production de riz contribuent à expliquer l'instabilité de son marché: la concentration géographique de sa production (les cinq plus grands pays producteurs de riz représentent 75% de la récolte mondiale et les dix premiers totalisent près de 90%) et des exportations (les cinq premiers pays exportateurs de riz représentent environ 72% des exportations), un marché mondial étroit et fragmenté (en fonction de la qualité du grain, du taux de brisures, des techniques d'usinage, de la faible substitution possible entre les types commercialisés, des préférences régionales, etc.), des coûts de transaction commerciaux élevés, des capacités de stockage relativement faibles, etc. Le riz est donc très largement consommé là où il est produit et sa consommation mondiale augmente d'environ 2 millions de tonnes par an.

Le monde a assisté à une rapide augmentation de la production rizicole durant les trois décennies (1965-1995) marquées par une puissante « révolution verte » en Asie qui a permis de tripler les volumes produits chaque année, mais cette croissance est maintenant ralentie. Alors qu'environ 50 millions de nouvelles bouches à nourrir voient le jour chaque année, les rizicultures font face à de nouveaux défis majeurs et la production supplémentaire nécessaire d'ici 2025-2030, soit environ un quart du volume récolté actuellement chaque année, devra être obtenue sur moins de terres, avec moins de bras, moins d'eau et moins d'intrants chimiques! Ainsi peut-être qu'avec un prix de marché peu rémunérateur s'il reste au très bas niveau actuel. D'où viendra alors la nouvelle génération de riziculteurs ? Et alors que les très rentables efforts en faveur de la recherche rizicole publique se relâchent, d'où viendront les innovations indispensables pour gagner le défi rizicole des prochaines décennies?

B - Caractères originaux des quatre grands types de rizicultures

A travers la ceinture tropicale et sub-tropicale, la pratique de l'activité rizicole est facilitée par le climat chaud et humide, ainsi que la présence de grands deltas, plaines alluviales ou plateaux, notamment en Asie. Parmi les espèces végétales domestiquées, seule *Oryza sativa* L. est cultivée sur un éventail aussi large de conditions topographiques et hydrologiques: la production de riz s'étend du niveau de la mer à plus de 2700 mètres d'altitude dans l'Himalaya et de l'équateur à jusqu'à plus de 53 degrés de latitude en Chine septentrionale.

La classification internationale des écosystèmes rizicoles considère que le régime hydrique à la surface de la rizière est le principal déterminant des choix du type de plante de riz et des techniques culturales pour la cultiver. L'épaisseur de la lame d'eau en surface peut-être plus ou moins constante (5-15 cm pour le riz irrigué à très bonne maîtrise de l'eau) ou très variable au fil des mois (de zéro à plusieurs mètres dans le cas

des riz flottants). Une typologie simplifiée retient quatre écosystèmes rizicoles majeurs: irrigué, inondé, pluvial, à submersion profonde et de zones côtières inondables. Ces grands types correspondent à de vastes zones où un type de dynamique de la lame d'eau en surface domine en rizière.

La figure 1 propose une représentation schématique de ces principaux écosystèmes rizicoles le long d'un versant présentant un gradient de disponibilité en eau. L'écosystème à riz irrigué avec maîtrise plus ou moins poussée de l'eau au moyen de canaux d'irrigation et de drainage, peut être rencontré à n'importe quel niveau de cette toposéquence fictive pourvu qu'une amenée d'eau ou son pompage soit disponible afin d'y permettre la simple, double, voire la triple culture annuelle de riz. Des variations topographiques, hydrologiques ou socio-économique sont présentes à l'intérieur des grandes zones ainsi délimitées dans lesquelles pourtant un type majeur de riziculture prédomine au sein du système agraire. Si en Extrême-Orient (Chine, Japon, Corée du sud, Taiwan) la riziculture irriguée règne et domine largement en Indonésie, le tableau 2 montre qu'ailleurs les quatre écosystèmes rizicoles majeurs sont présents de façon plus équilibrée. Ainsi, en Birmanie et en Thaïlande, tout comme au Cambodge et au Laos c'est la riziculture inondée qui est prépondérante.

Tableau 2. Pourcentage des superficies par grand type de riziculture chez les principaux pays producteurs d'Asie en 1995.

| Type de riziculture | Irriguée | Inondée | Pluviale | A submersion profonde |
|---------------------|----------|---------|----------|-----------------------|
| Chine | 93 | 5 | 2 | a |
| Indonésie | 72 | 7 | 11 | la |
| Philippines | 61 | 35 | 2 | 2 |
| Viêt-Nam | 53 | 28 | 8 | 11 |
| Inde | 45 | 33 | 15 | 7 |
| Bangladesh | 35 | 34 | 8 | 23 |
| Birmanie | 18 | 52 | 6 | 24 |
| Thaïlande | 7 | 86 | 1 | 6 |

La riziculture irriguée

Environ 80 millions d'hectares de rizières sont irrigués dans le monde, soit 55% des surfaces totales en riz, produisant environ 75% de la récolte annuelle globale. 90% des rizières irriguées sont en Asie où il constitue l'écosystème crucial pour la satisfaction des besoins alimentaires sur ce continent. Le riz irrigué est cultivé en casiers cernés de diguettes. Lorsque l'irrigation est basée sur des barrages d'élévation au fil de l'eau, elle ne permet que des apports de complément lors des périodes sèches de la mousson humide et un cycle unique de riz irrigué est alors produit par an. Mais si des barrages réservoirs sont présents ou si l'irrigation est basée sur le pompage dans la nappe phréatique (cas fréquent en Asie du sud), la double (voire triple) culture annuelle du riz irrigué au moyen d'un cycle en saison humide suivi d'un autre en saison sèche, totalement dépendant de l'irrigation, peut être pratiquée au moyen des variétés semi-naines à cycles courts et insensibles à la durée du jour. La riziculture irriguée est présente sur 93% des surfaces d'Extrême-Orient (43% du total mondial des surfaces en riz irrigué). Mais en Asie du sud et du sud-est, les rizières irriguées ne totalisent que 40% des superficies rizicoles et seulement 10,5% en Afrique de l'ouest.

La riziculture irriguée a exercé une certaine fascination sur les occidentaux. Montesquieu disait dans L'esprit des lois (1748, XXIII, XIV) que "dans les lieux où croît le riz, il faut de grands travaux pour ménager l'eau; beaucoup de gens y peuvent donc être occupés (...) et la culture des terres devient pour les hommes une immense manufacture" et J. Sarrau décrivait en 1981 «l'industrielle technologie présidant à la culture de cette céréale exotique». Mais que de transformations technologiques ont eu lieu depuis lors! Aujourd'hui, les rendements en riz irrigué varient de 3 à 12 tonnes de paddy par hectare et par cycle cultural, avec une moyenne actuelle de 5 tonnes en conditions tropicales et de 6,5 tonnes en zones tempérées aux conditions bio-physiques plus favorables. Dans cet écosystème rizicole plus homogène que les autres, où la maîtrise de l'eau permet de s'affranchir largement des variations climatiques, les riziculteurs peuvent utiliser à moindre risque utiliser les intrants d'origine industrielle (engrais, pesticides, énergie fossile, etc.) ainsi que les équipements moto-mécanisés pour produire d'importants surplus commercialisés. C'est ici le domaine des variétés semi-naines à haut potentiel de rendement (précoces, au feuillage érigé, résistantes à la verse et répondant fortement à l'engrais azoté), innovation technologique clef ayant autorisé la forte intensification rizicole lors de la révolution verte. Les lignées les plus récentes présentent des formes de résistances multiples aux principaux ravageurs et maladies du riz ou des tolérances vis-à-vis des problèmes de sol et la qualité de leur grain s'améliore.

Les principales contraintes actuellement rencontrées par les riziculteurs dans l'écosystème irrigué sont liées à

- **une tendance à la stagnation des rendements ces dernières années, leur potentiel étant d'environ 10 tonnes par hectare en un peu plus de cent jours en saison sèche à radiation solaire élevée et 7 tonnes en saison humide à forte nébulosité.**
- **une faible efficacité de l'utilisation des intrants chimiques appliqués à fortes doses. On considère classiquement que moins d'un tiers de l'engrais azoté appliqué à la rizière est réellement utilisé par la plante et ce taux tend encore à diminuer dans les rizières irriguées à très haute productivité ce qui provoque des dégradations de l'environnement. De plus, une grande partie des applications d'insecticides encore pratiquées est économiquement inutile mais écologiquement nuisible et dangereuse pour la santé.**
- **un drainage inadéquat des casiers favorisant la dégradation des terres (salinisation, alcalinisation).**
- **une raréfaction croissante des ressources en eau disponibles face à la concurrence croissante entre agriculture, industrie, services et consommation domestique liée à l'urbanisation et l'industrialisation rapide.**
- **un manque de main d'œuvre croissant dans les zones économiquement dynamiques qui impose d'importants changements de pratiques (abandon du dépiquage-repiquage au profit du semis sur boue de semences pré-germées, moto-mécanisation des opérations culturales, etc).**
- **des pertes dues aux ravageurs et aux maladies de la culture responsables de l'instabilité des rendements dans les zones à très haute productivité du sol, notamment là où un usage peu raisonné des pesticides est encore pratiqué.**

Cet écosystème rizicole, pourtant crucial pour nourrir la planète, est en contraction et en voie de diversification rapide autour de nombreuses métropoles géantes. D'importantes surfaces rizicoles très productives sont converties en cultures maraîchères et fruitières à haute valeur commerciale, ou en fermes aquacoles afin d'alimenter les villes, mais aussi en zones industrielles, lotissements, parcs de loisirs, etc. La diminution du nombre de nouveaux projets d'irrigation est due à l'augmentation de leurs coûts financiers (les meilleurs sites étant déjà aménagés), environnementaux (destruction de forêts, pertes de biodiversité, etc.), sociaux (déplacements de populations) et politiques (mouvements d'opposition de plus en plus organisés par la société civile). Malgré cela, la riziculture irriguée continuera à jouer un rôle essentiel dans l'augmentation de la production de riz durant les prochaines décennies.

La riziculture inondée

Le riz inondé est cultivé avec une maîtrise très imparfaite de l'eau durant un unique cycle en saison humide, dans des casiers endigués de taille généralement réduite et plus ou moins submergés (jamais plus de 50 cm d'eau durant plus de dix jours) durant une partie du cycle de la culture. Soit la nappe d'eau en surface est faible et le sous-écosystème inondé est caractérisé par un risque élevé de déficit hydrique temporaire notamment à la floraison du riz, soit l'épaisseur de la submersion est plus élevée et c'est alors le risque d'inondation de la culture qui est dominant avec des effets plus dévastateurs s'ils surviennent en début de cycle cultural.

Le riz inondé est cultivé sur environ 54 millions d'hectares, soit un tiers des rizières de la planète situées à 90% en Asie du sud (Bangladesh, Inde orientale) et du sud-est (Cambodge, nord-est de la Thaïlande, Birmanie, Laos, Philippines, etc.). Le riz inondé fournit environ 18% de la récolte mondiale. La riziculture de décrue khmère fait partie de cet écosystème non irrigué caractérisé par une faible maîtrise de l'eau.

L'écosystème à riz inondé recèle une large proportion de la pauvreté rurale (Inde orientale, Bangladesh, Birmanie, nord-est de la Thaïlande, Laos et Cambodge, etc.) pour qui la malnutrition et le sous-emploi sont des maux endémiques. L'alternance, parfois au cours d'un même cycle, de périodes de sécheresse et d'inondations, la présence fréquente de sols à problèmes (salinité, acidité, toxicités, etc.) et la forte compétition des mauvaises herbes due au manque de maîtrise de l'eau sont les principales contraintes dans la parcelle de riz inondé.

Au niveau des exploitations agricoles, face au risque climatique élevé, les systèmes de production sont assez diversifiés. Les riziculteurs ne pouvant se prémunir qu'imparfaitement contre les effets des sécheresses et des inondations, ce sont souvent des variétés traditionnelles à haute stature et sensibles à la durée du jour qui sont cultivées. Plusieurs dizaines de variétés aux durées de cycle variables peuvent cohabiter dans le même village. Parfois, ces variétés rustiques possèdent une qualité du grain exceptionnelles (finesse et arôme). C'est le cas des fameux riz aromatique *Khao Hom Mali* («riz à l'arôme de jasmin») du nord-est de la Thaïlande. Les cultivars semi-nains modernes ne trouvent leur place que dans les casiers les plus favorables où l'irrigation de

complément durant la saison des pluies ou le drainage de l'eau en excès est possible. La riziculture inondée est donc largement restée sur le bord de la route durant les décennies de révolution verte et l'utilisation d'intrants chimiques d'origine industrielle y est faible. Les rendements en paddy des rizières inondées sont **modestes (2,2 tonnes par hectare en moyenne), mais sont aussi très instables d'une année sur l'autre en fonction de la pluviométrie.**

Les superficies en riziculture inondée seraient en extension, notamment dans les zones à faible densité de population. Des marges de progrès y sont accessibles sur de vastes étendues là où les conditions pédo-climatiques sont moins contraignantes. La riziculture inondée peut donc contribuer significativement à l'augmentation de la production de riz requise, pourvu que l'irremplaçable savoir-faire des producteurs accumulé au fil des siècles soit associé à la mise au point des innovations.

La riziculture pluviale

Le riz pluvial est produit sur des parcelles généralement non endiguées, sur sols plats de plateaux ondulés (**Asie du sud sub-humide**) mais aussi sur des terres pentues plantées en riz de montagne comme en **Asie du sud-est. Les sols sont bien drainés et aucune submersion ne se produit au cours du cycle cultural. Environ 12 à 14 millions d'hectares de riz pluvial seraient cultivés chaque année et près des deux tiers seraient situés en Asie. L'Inde orientale et le Bangladesh détiennent plus de 6 millions d'hectares de riz pluvial de type «Aus» à cycle de moins de cent jours sous climat à courte saison des pluies, C'est aussi l'écosystème rizicole dominant en Afrique et en Amérique latine où il occupe respectivement 1,8 et 3,1 millions d'hectares,**

La production mondiale annuelle de riz pluvial avoisinerait 16 à 20 millions de tonnes de grain blanc soit environ 4% seulement de la production totale. Culture traditionnelle d'auto-subsistance pratiquée sur abattis-brûlis en milieu forestier en **Asie du sud-est, le riz pluvial y joue un rôle décroissant à l'heure de la diversification de la production agricole et de l'intégration des régions reculées dans l'économie de marché** ainsi que sous les effets des politiques de conservation forestière. Il demeure l'aliment de base de quelques **100 millions de personnes résidant dans des régions très pauvres, peu peuplées, encore enclavées et totalement oubliées de la révolution verte rizicole. L'intégration au marché de ces poches de pauvreté pourrait réduire le rôle de cette culture comme c'est déjà le cas en Asie du sud-est continentale quand la densité de population dépasse 25 à 30 habitants par km², seuil à partir duquel le raccourcissement de la durée des jachères ne permet plus la reconstitution du potentiel productif. Des systèmes de production basés sur j'horticulture (fruits, légumes, fleurs, etc.) ou les cultures industrielles (hévéas, palmier à huile, caféier, ananas, etc.) prennent le relais et le riz est alors acheté sur les marchés des plaines irriguées voisines, à moins qu'il puisse être produit en casiers irrigués sur des terrasses où l'eau circule par gravité et permet de tripler les rendements.**

Les variétés de riz pluvial font en général partie des groupes *Aus* (à cycles très courts et tolérantes au stress hydrique) en Asie du sud ou des *japonicas tropicaux* en Asie du sud-est (plantes de grande taille avec lourdes panicules, faible tallage et un puissant système racinaire pour capter l'eau en période sèche). Elles peuvent aussi résister à la **pyriculariose du riz, maladie la plus redoutée surtout quand les températures sont peu élevées et récupérer rapidement après une courte sécheresse tout en tolérant la toxicité aluminique des sols acides et leurs faibles teneurs en phosphore ou en fer.**

De très nombreux facteurs limitant expliquent les faibles productivités physique et du travail observées en culture traditionnelle du riz pluvial. Les rendements sont voisins de 1 à 1,5 tonnes de paddy par hectare (plus faible en Asie du sud - 0,8 tonnes en Inde et au Bangladesh- qu'en Asie du sud-est avec 1,6 tonnes en Indonésie et au nord de la Thaïlande). Les contraintes agronomiques les plus fréquemment rencontrées dans les parcelles de riz pluvial sont:

- **la compétition des mauvaises herbes pour l'eau, la lumière et les nutriments durant les premiers mois de la culture,**
- le stress hydrique provoqué par des périodes de sécheresse, surtout à la floraison.
- le risque élevé d'érosion des sols en zone humide et sur sols pentus durant les premiers mois du cycle cultural.
- l'acidité des terres et leur faible disponibilité en phosphore assimilable, problème très répandu en Indonésie **et en particulier à Sumatra.**
- les dégâts occasionnés par les rongeurs (nord du Laos), les oiseaux (lors de la maturité des variétés précoces) et la faune sauvage en général (Laos, Sumatra, Bhoutan).
- **la pyriculariose ainsi que l'infestation des racines par des nématodes ou larves d'insectes.**

- les basses températures, notamment à la floraison (au Népal et au Yunnan où 90% du riz pluvial est cultivé à plus de 1.000m d'altitude), etc.

Au-delà de ces multiples contraintes au champ, les dynamiques économiques et les préoccupations environnementales dominant en Asie ne permettront pas au riz pluvial de jouer un rôle significatif dans l'augmentation de la production rizicole future sur ce continent.

La riziculture à submersion profonde et des zones côtières

Environ 1a millions d'hectares de rizières situées dans les dépressions de deltas, plaines alluviales, entre des cordons littoraux ou dans des estuaires tropicaux, sont soumis durant une partie du cycle cultural à une submersion profonde et incontrôlée. Celle-ci démarre 50 à 60 jours après la levée des plantules de riz et dépasse 50cm de profondeur pendant au moins dix jours. Par endroits, l'épaisseur de la lame d'eau peut atteindre plusieurs mètres au plus haut de la crue. La riziculture à submersion profonde est surtout localisée en Asie du sud (le long du Gange en Inde et du Brahmapoutre au Bangladesh) et du sud-est (cours inférieurs du Maenam Chao Phraya en Thaïlande, du Mékong au Viêt-Nam, de l'Irrawady en Birmanie, pourtours du Tonle Sap au Cambodge, zones côtières des îles de Sumatra et de Bornéo). Il s'agit souvent de régions densément peuplées et l'on estime à environ 100 millions de personnes la population qui résiderait dans ce type de milieu. Cet écosystème rizicole assez marginal fournit chaque année environ 16 millions de tonnes de paddy, soit seulement 3% de la production mondiale.

L'unique cycle cultural annuel de riz est en général implanté par semis direct de paddy non pré-germé après une préparation simplifiée du sol dans des parcelles non endiguées où le passage du tracteur ou du motoculteur et de la charrue à disques est facilité par l'absence de diguettes. Ailleurs, l'implantation du riz est effectuée par repiquage de plants âgés dans une épaisse lame d'eau.

Trois sous-écosystèmes peuvent être distingués:

- la riziculture à submersion profonde avec une lame d'eau de 50 à 150 cm d'épaisseur durant au moins un mois du cycle cultural,
- les riz flottants rencontrés dans des zones où la submersion peut atteindre plus de 5 mètres de profondeur au plus haut de la crue,
- les riz de zones côtières soumises au battement des marées pouvant tolérer de courtes périodes de submersion profonde en eau saumâtre et chez qui la tolérance à la salinité fait partie des adaptations essentielles.

Des variétés sensibles à la durée du jour, de grande taille et possédant des propriétés de forte élongation de leurs entre-nœuds sur la tige (plus de 1a cm par jour chez les riz flottants) sont cultivées, sauf en riziculture côtière où l'élongation est plus réduite pour éviter la verse précoce des plantes. Tolérantes au déficit hydrique en tout début de cycle cultural après leur semis en sec, ces variétés doivent aussi être capables de supporter une inondation totale et soudaine des plantes durant plusieurs jours et une maturation du grain dans une eau stagnante. En zones côtières, elles tolèrent les fluctuations quotidiennes du niveau de la lame d'eau et de son taux de salinité en fonction des marées. Ces riz recevant généralement une fertilisation minérale réduite, les rendements moyens en paddy sont très modestes et de l'ordre de 1,5 tonnes par hectare.

Les principales contraintes au champ subies par cette riziculture expliquant cette faible productivité sont surtout dues aux caractéristiques défavorables des sols (acidité élevée, salinité, sols tourbeux ou sulfatés acides, toxicité ferreuse, ou déficiences en phosphore, en zinc, etc.) ainsi qu'aux combinaisons imprévisibles de courtes périodes de sécheresse en début de cycle suivies de crues profondes et soudaines à un stade plus avancé du cycle cultural. Environ 70% des zones classées en riziculture à submersion profonde font encore l'objet d'une exploitation traditionnelle caractérisée par la pénibilité du travail des exploitants dans ce milieu inondable. C'est notamment le cas au Cambodge où cet écosystème rizicole couvrait encore quelques 110.000 hectares au début des années quatre vingt dix, soit environ 7% des surfaces rizicoles du pays.

Une diminution de l'importance de ce type d'écosystème rizicole est observée là où le contrôle des crues et les investissements privés pour le pompage en saison sèche permettent l'irrigation d'un cycle cultural plus productif, les zones profondément submergées demeurant alors en jachère durant la mousson humide. C'est le cas au Bangladesh, pays rizicole le plus densément peuplé du monde (900 habitants/km²) qui a pendant longtemps été dépendant d'une riziculture à submersion profonde prédominante sur 40% de ses surfaces cultivées. Les puits tubés ont récemment permis le développement d'une riziculture irriguée *bora* de saison sèche aux rendements élevés (5 à 6 tonnes de paddy par hectare) sur plus de 3,0 millions d'hectares. Depuis le début des années quatre vingt dix, la proportion de rizières irriguées dans le pays a bondi de 25 à plus de 50% et les variétés semi-naines précoces sont maintenant cultivées sur plus de 60% des surfaces rizicoles.

Dans plusieurs pays, la production de poisson et de crevettes a aussi remplacé le riz à submersion profonde et des zones de mangroves. Les systèmes de petite production familiale associent d'autres cultures commerciales (comme le jute au Bangladesh) et activités aquacoles à la riziculture. En Asie du sud-est, la conversion de zones côtières à l'aquaculture commerciale est très avancée, même si le modèle technique utilise dégrade rapidement le milieu et réduit la durée de vie des bassins. Le phénomène de réchauffement climatique global devrait encore accroître les problèmes environnementaux de ces régions côtières et la riziculture à submersion profonde ne sera pas en mesure de contribuer à accroître la production de riz lors des prochaines décennies pour faire face aux besoins croissants.

C - L'enjeu rizicole après une révolution verte inégale et essoufflée

Le bond de la production rizicole de 260 à 600 millions de tonnes lors des quatre dernières décennies pourrait laisser croire que la course entre production et croissance démographique a été définitivement gagnée. Durant cette période, de grands pays consommateurs devinrent en effet auto-suffisants (Indonésie, Bangladesh, etc.) et les rapides progrès réalisés en matière de productivité rizicole bénéficièrent directement aux franges les plus pauvres de la population pouvant s'alimenter à moindre prix sans diminuer le revenu des producteurs. La consommation de riz par habitant augmenta tandis que son coût modéré stimulait les investissements industriels employant une forte main d'œuvre, la croissance économique et l'élévation des salaires. Le fait d'avoir réussi à nourrir l'Asie durant ces décennies à croissance démographique rapide constitue un tour de force comme le montre l'exemple chinois.

Plus de 80% des augmentations de la production étaient dues à l'élévation des rendements de la culture, surtout en rizière irriguée. Entre 1960 et l'an 2000, les rendements en paddy des étroites rizières chinoises ont triplé passant de 2,1 à 6,3 tonnes par hectare. La production de riz augmentant au rythme moyen annuel de 2,7% et le taux de croissance démographique d'un 1,7% sur la période, la disponibilité en grains de base par habitant est passée de 300 à 400 kilogrammes par an lors des vingt dernières années. Cette performance permet à ce vaste pays de supporter 22% de la population mondiale sur seulement 9% des terres arables. Cette évolution favorable de la sécurité alimentaire a été un moteur de la formidable croissance économique que cette puissance émergente (devenue 1^{re} usine du monde) connaît depuis un quart de siècle.

La population asiatique croît encore au rythme d'environ 1,7% l'an (et bien plus vite en Asie du sud ou aux Philippines) et la poursuite de la croissance démographique constitue toujours l'obstacle principal à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à l'élimination de la malnutrition. La population d'Asie du sud devrait croître de quelques 732 millions d'individus entre 1995 et 2025, soit plus que les 670 millions de personnes ajoutées entre 1965 et 1995 durant la révolution verte. La production de riz en Asie devra atteindre environ 650 millions de tonnes en 2025 (contre 542 millions en 2001) pour éviter que la pression à la hausse sur son prix mette ce produit essentiel hors de portée des consommateurs les moins fortunés. En 2025, le taux de croissance démographique moyen en Asie devrait être voisin de 1,0%, la population du continent aura augmenté d'environ un quart et le nombre de consommateurs de riz devrait alors se situer à 3,9 milliards de personnes pour huit milliards d'habitants sur la planète. La majorité du supplément de population à venir habitera en milieu urbain et ces consommateurs dépendront totalement des surplus rizicoles obtenus sur des surfaces moyennes disponibles par habitant en contraction. En Asie, ce ratio devrait passer de 0,15 hectare par habitant en 1995 à seulement 0,09 hectare en 2025. Face à cette urbanisation rapide, produire assez de riz à un prix acceptable pour la frange citadine défavorisée - et trouver assez de terres, d'eau et de bras pour cela, sans dégrader l'environnement - pourrait bien redevenir une question politique brûlante dans plusieurs grands pays producteurs.

O - Innovations pour mieux nourrir la planète riz à l'horizon 2025 - 2030

Dans un contexte écologique et économique post-révolution verte très différent des « trente glorieuses » de la révolution verte rizicole, l'augmentation encore nécessaire de la production ne peut seulement dépendre de la diffusion des technologies agricoles déjà disponibles. La plupart des ressources nécessaires (terres, eau, main d'œuvre, capitaux) seront en diminution en Asie lors des prochaines décennies et les inégalités de revenus grandissantes entre villes et campagnes ainsi qu'entre régions plus ou moins bien dotées en infrastructures (notamment d'irrigation) ne permettent plus de prolonger simplement le modèle de croissance rizicole passé. Si l'amélioration de la durabilité des rizicultures irriguées hautement productives est incontournable, plus de moyens devront être affectés au soutien de la riziculture inondée.

Amélioration de la riziculture irriguée

Les gains de production facilement accessibles ont déjà été engrangés durant les trois décennies précédentes, soit par l'extension des superficies irriguées et l'augmentation du nombre de cycles culturels possibles par an, ou grâce au bond de la productivité physique du sol permis par les technologies de la révolution verte. Les superficies rizicoles irriguées sont en contraction en Chine, à Java, aux Philippines, en Malaisie, en Thaïlande

centrale, ainsi que dans les Etats indiens du Punjab et du Tamil Nadu, berceaux de la révolution verte. Les casiers rizicoles intensivement cultivés et à haute productivité y cèdent la place à d'autres productions et activités économiques plus rémunératrices. En Chine, une diminution de plus de 10% des surfaces irriguées cultivées en riz, soit une réduction d'environ 3 millions d'hectares, est prévue d'ici 2025. Une élévation du nombre de cycles culturaux par an sera souvent requise pour faire face à la demande des prochaines décennies. Cela entraînera une augmentation des volumes d'engrais et autres intrants chimiques épandus en rizières et donc des risques de pollution des nappes, canaux et cours d'eau. Une nouvelle augmentation des rendements moyens du riz irrigué (jusqu'à 8 tonnes par hectare) pourrait être nécessaire lors des trois prochaines décennies afin de compenser les pertes des surfaces rizicoles. La culture des riz hybrides, très répandu en Chine, diffuse en milieu tropical permettant des gains de rendements d'environ 15 à 20% par rapport aux variétés semi-naines, soit environ une tonne à une tonne et demie de paddy par hectare et par cycle cultural. Le nouveau seuil de rendement visé par les super hybrides chinois est maintenant de 15 tonnes de paddy par hectare et par cycle cultural. De son côté, l'IRRI met la dernière main à un « nouveau type de plante de riz » (NPT) dont l'architecture est fondamentalement reconstruite pour que sa productivité, dans les conditions tropicales humides, puisse être portée à 12 tonnes de paddy par hectare et par cycle.

Les nouveaux gains de productivité devront être acquis avec moins de main d'œuvre car le développement économique continuera à transférer une partie de la force de travail agricole des rizières vers les autres secteurs d'activités. C'est une nécessité dans les pays où les campagnes sont surpeuplées: 17 personnes vivent de la production d'un hectare cultivé en Chine, 13 au Bangladesh, 11 au Viêt-Nam et entre 8 et 10 en Inde, en Indonésie et aux Philippines. La mécanisation de la préparation du sol et l'implantation de la culture par semis sur boue permet de ramener les besoins en travail de 25-30 jours par hectare à seulement 7 à 10 jours. De telles augmentations de la productivité du travail sont indispensables car quand un petit riziculteur traditionnel du delta du Fleuve Rouge surpeuplé au nord du Viêt-Nam produit 2,5 kilogrammes de riz par heure de travail, son homologue américain engrange une quantité au moins cent fois supérieure! Avec de tels différentiels de productivité, comment pourraient-ils tous les deux survivre sur des marchés libéralisés et quel jeune asiatique verrait-il encore son avenir professionnel dans le métier de riziculteur si son image d'activité sous-rémunérée, épuisante et saisonnière n'est pas changée?

Avec trois à cinq mètres cubes d'eau nécessaires pour produire un kilogramme de paddy, le riz irrigué traditionnel est un très inefficace utilisateur d'eau pour limiter surtout la compétition des mauvaises herbes. Alors qu'on estime à 90% de l'eau agricole la part dirigée vers les rizières en Asie, cette situation n'est pas durable face à la montée rapide des besoins domestiques en milieu urbain ou des activités industrielles. Le volume d'eau disponible chaque année par tête d'habitant diminuera de 40 à 60% dans la plupart des pays asiatiques entre 1990 et 2020 et il devrait passer sous la barre critique des 2.000 mètres cubes par habitant à l'horizon 2025 dans des pays clefs rizicole tel que la Chine et l'Inde. Les phénomènes de dégradation des terres irriguées affectent aussi des surfaces de plus en plus importantes: les superficies touchées seraient de l'ordre du million d'hectares pour les terres engorgées et jusqu'à 30 à 40 millions d'hectares pour les surfaces en cours de salinisation. Un important potentiel d'économies existe puisque l'on estime à seulement 25-40% le taux d'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les systèmes irrigués des pays en développement. Un meilleur planage des casiers permet une implantation et une maturité régulière du peuplement de riz semé, ainsi qu'une lutte plus efficace contre les levées de mauvaises herbes. En Chine, l'irrigation intermittente qui maintient le sol saturé mais sans lame d'eau en surface permet d'économiser la moitié de la précieuse ressource, mais avec une perte de rendement non négligeable inacceptable pour beaucoup de producteurs cultivant d'étroits lopins. L'adoption du semis de graines pré-germées sur boue permet d'économiser jusqu'à 25% du volume d'eau nécessaire à la conduite de la culture tout au long de son cycle. Mais, alliée à cette pratique et aux moindres disponibilités en eau et en travail pour les sarclages, la compétition des mauvaises herbes risque d'augmenter et avec elle la consommation d'herbicides. Les nouvelles pratiques de gestion de l'eau d'irrigation devront aider à réduire les émissions de méthane, un des gaz à effet de serre responsable du changement climatique global, dont 10 à 20% du volume planétaire seraient émis par les rizicultures.

L'efficacité de la forte utilisation des engrais minéraux épandus sur le riz irrigué (en moyenne 300 kg d'azote par hectare en Chine) doit impérativement être améliorée pour limiter les risques de pollution des nappes phréatiques par les nitrates et d'eutrophisation des cours d'eau, ainsi qu'afin d'augmenter la marge bénéficiaire du producteur. Le fractionnement des apports d'engrais guidés par l'observation de la couleur du feuillage et d'une planchette étalon présentant une gamme de verts aidant à doser les épandages permet d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'engrais minéral azoté de 15 à 25 kg de paddy par kilogramme d'azote apporté.

Au début des années quatre vingt dix, plus du quart des pesticides consommés dans le monde étaient appliqués en Asie où 40% des matières actives étaient épandues en rizière. Or plusieurs études ont montré les faibles (voire négatives) efficacité écologique et rentabilité économique de la plupart des applications de pesticides en rizières irriguées tout en soulignant leur nocivité pour la santé des riziculteurs et de leurs familles, la qualité de l'eau et la survie des populations d'organismes utiles en rizière. Pour réduire leur usage, ce sont souvent les perceptions erronées des effets pesticides héritées du passé qu'il s'agit de changer. Les riziculteurs sont souvent impressionnés par des dégâts d'insectes sur la culture qui au final n'occasionnent aucune perte de rendement. C'est le cas des chenilles qui se nourrissent du feuillage des jeunes plantules. L'IRRI a montré que la plante est capable de supporter une attaque affectant jusqu'à 50% des plantes sans

perte de production à la récolte. Malgré cela, environ 80% des insecticides utilisés sur le riz visent ce type de ravageur mineur lors du premier mois de la culture. En détruisant les populations d'organismes assurant un certain niveau de contrôle biologique dans le peuplement de riz, ces pulvérisations précoces facilitent la pullulation d'autres ravageurs et pathogènes à un stade plus avancé du cycle cultural qui nécessiteront de nouvelles applications de pesticides, etc. La diminution de la consommation de pesticides observée depuis le milieu des années Quatre vingt dix a suivi les efforts de vulgarisation de la lutte intégrée contre les ravageurs de la culture (notamment au moyen des « écoles paysannes au champ » ou « farmers field schools » de la FAO) et la réduction des subventions aux insecticides accordées par les autorités dans la plupart des pays asiatiques. De nouveaux progrès sont attendus d'une meilleure compréhension des dynamiques de communautés d'organismes présents dans la rizière où cohabitent quelques 500 espèces d'arthropodes et d'insectes, dont seulement quelques unes sont potentiellement dangereuses pour la culture. Ces connaissances seront mises à profit pour mettre au point des pratiques de gestion intégrée de ces populations (stratégies de déploiement de nouvelles variétés, d'agents de contrôle biologique, répartition spatiales des habitats rizicoles et non-rizicoles, zones refuges, etc.). L'expérience récente réussie de l'utilisation de mélanges variétaux de riz pour le contrôle de la redoutable pyriculariose du riz au Yunnan est très encourageante. Face à l'augmentation vertigineuse de l'utilisation des herbicides en rizière semée pour économiser travail et eau d'irrigation, la lutte intégrée doit aussi incorporer le contrôle des mauvaises herbes. Des riz transgéniques résistants aux herbicides pourraient être disponibles dans peu de temps et le risque de passage de cette résistance aux formes sauvages de la céréale (rencontrées de plus en plus fréquemment dans les casiers semés) doit être soigneusement évalué.

Améliorations de la riziculture inondée

Alors que les superficies rizicoles irriguées d'Asie plafonnent ou diminuent selon les pays, d'autres régions du monde disposent encore de terres aménageables pour la production de riz. La FAO estime à 20 millions d'hectares les surfaces de bas-fonds disponibles en Afrique de l'ouest et du sud, tandis qu'une étendue équivalente pourrait être mise en production en Amérique latine. Mais pour cela, il faudrait que le prix du riz augmente depuis les bas cours actuels pour que les aménagements soient rentables. C'est en riziculture inondée que réside le plus important réservoir potentiel d'accroissement de la production globale de riz. Environ 3 millions d'hectares pourraient être cultivés en rizières inondées au Cambodge, contre seulement 1,7 millions actuellement, si le pays pouvait s'affranchir de décennies de troubles politiques. Il en résulterait un accroissement de la production d'au moins 2 millions de tonnes permettant au pays d'asseoir son auto-suffisance nationale en riz et d'accroître le volume de ses exportations. Un scénario similaire pourrait se dérouler en Birmanie où il conduirait à un surplus exportable d'environ 2 millions de tonnes de riz. Dans ces deux pays, de profondes réformes économiques et politiques ainsi que d'importants investissements publics dans les infrastructures rurales seront nécessaires avant que ces potentiels puissent être réalisés.

Dans l'écosystème inondé, très dépendant des caprices de la mousson humide, les rendements unitaires en paddy demeureront peu élevés et la priorité va à la recherche d'une réduction de leur variabilité inter-annuelle pour limiter les risques d'échec de la culture et renforcer l'efficacité des pratiques anti-risques mises en oeuvre par les riziculteurs. Des espoirs d'amélioration significative des variétés portent sur l'usage combiné des outils biotechnologiques, de la physiologie végétale et de la sélection classique notamment pour la résistance des plantes au déficit hydrique. Mais aucun produit ne devrait être disponible avant de nombreuses années alors que les principaux résultats obtenus en biotechnologies rizicoles sont l'achèvement du séquençage du « petit » génome du riz en 2002 et l'identification de gènes jouant un rôle dans les processus de tolérance à la sécheresse, à la submersion de la plante et à la salinité.

Dans l'attente de telles percées, l'amélioration des systèmes de culture à riz inondé dépendra des progrès limités obtenus par l'amélioration variétale conventionnelle pour la création de variétés vigoureuses en début de cycle, plus précoces, à système racinaire plus développés, plus tolérantes vis-à-vis de maladies importantes comme la pyriculariose et incorporant des caractères de variétés traditionnelles très recherchés des consommateurs comme la qualité du grain qui permet d'en élever la valeur commerciale. Ces progrès devront être associés à des pratiques agronomiques améliorant la valorisation des ressources en eau (notamment par leur stockage à la ferme) et une amélioration graduelle de la fertilité des terres, surtout de sa composante chimique, selon des modalités localement adaptées dans cet agroécosystème très hétérogène, par exemple grâce à de nouvelles formes d'associations agriculture-élevage ou riz-légumineuses. Les améliorations seront obligatoirement diverses, basées sur une meilleure connaissance de cet écosystème et très largement construites *in situ* avec les producteurs et sur la base de leurs savoir-faire technique et stratégies économiques.

Améliorations de la qualité nutritionnelle du riz

Des maladies dues à des déficiences en oligo-éléments sont largement répandues en Asie. Le risque de cécité infantile causée par la déficience en vitamine A affecterait 190 millions d'enfants en âge pré-scolaire et environ 350.000 d'entre eux deviendraient aveugles chaque année. La déficience en fer est aussi une cause très répandue de l'anémie qui affectent d'importantes populations féminines en Asie du Sud (au Bangladesh, plus de la moitié des femmes enceintes et 40% des enfants de moins de cinq ans souffrent d'anémie). L'amélioration de la teneur du grain de base en oligo-éléments peut aider à réduire l'acuité de tels problèmes

nutritionnels, surtout si le riz est consommé sous sa forme « complet », non blanchi. Des lignées de riz enrichies en fer et en zinc dont la teneur est doublée ont été obtenues par sélection variétale conventionnelle. L'expérience du « riz doré » transgénique au grain enrichi en un précurseur de la vitamine A, devrait conduire à la distribution prochaine de variétés au grain riche en bêta carotène et autres caroténoïdes contribuant à lutter contre la cécité infantile.

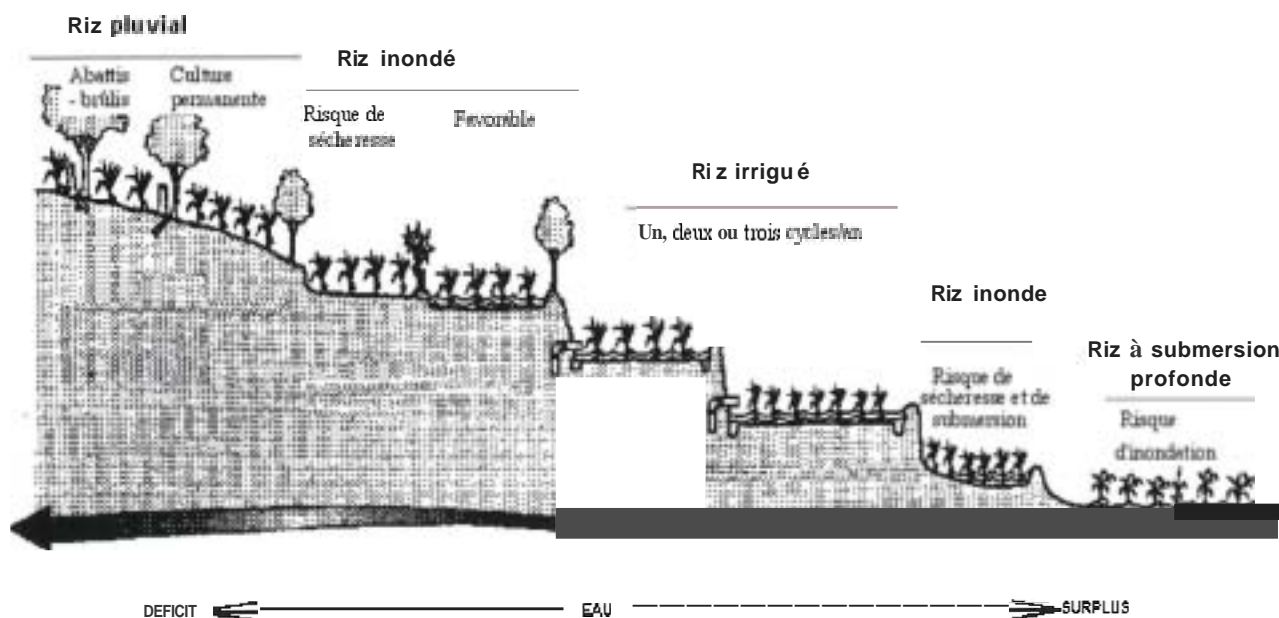
Conclusion

Depuis la fin des années quatre vingt, l'ensemble des évolutions post-révolution verte s'est surtout traduit par **un ralentissement de la croissance de la production rizicole en Asie. Des risques de déficits majeurs et** fortement déstabilisateurs sont encore à craindre, au Bangladesh et en Indonésie par exemple. Les situations de l'Inde, du Viêt-Nam et des Philippines quant à l'ajustement entre l'offre et la demande en riz devraient aussi demeurer tendues. Seules la Thaïlande et la Birmanie jouiront d'une position confortable dans ce **domaine, mais seulement si des réformes économiques** longtemps attendues viennent améliorer le sort des populations de ce dernier pays.

Assurer la sécurité alimentaire de cette région du monde alors que plus de la moitié de la population asiatique vivra dans les villes après 2020 est un défi majeur pour la recherche et les indispensables politiques rizicoles incitatives. De nouvelles augmentations des rendements moyens en paddy (de l'ordre de 2 à 3 pour cents par an) sont requises, **mais sans plus de dégradation des terres, afin d'autoriser la diversification agricole** garante de la durabilité de la production et de la satisfaction des besoins nutritionnels plus diversifiés des citoyens. **Fait nouveau, une large part des progrès requis devra être obtenue dans les très complexes et trop longtemps** négligés écosystèmes rizicoles non irrigués.

Sans droit à l'échec, les riziculteurs asiatiques sont condamnés à produire chaque année quelques 6,7 millions de tonnes de paddy de plus que l'année précédente, soit l'équivalent du volume de la production des Philippines. Cela sera tout juste suffisant pour maintenir les niveaux de satisfaction des besoins nutritionnels actuels, que l'on sait très insuffisants pour des centaines de millions de personnes. Pour relever ce défi, les autorités gouvernementales des nouveaux pays riches du continent devraient re-stimuler leurs dispositifs de recherche rizicole en s'assurant qu'ils soient bien en prise sur la diversité des situations en milieu paysan et contribuent à réduire les inégalités héritées du passé.

Annexe



[Retour Rétrospective](#) [Retour Savoirs Partagés](#) [Retour Agropolis-Museum](#)